

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003130480  
 PUBLICATION DATE : 08-05-03

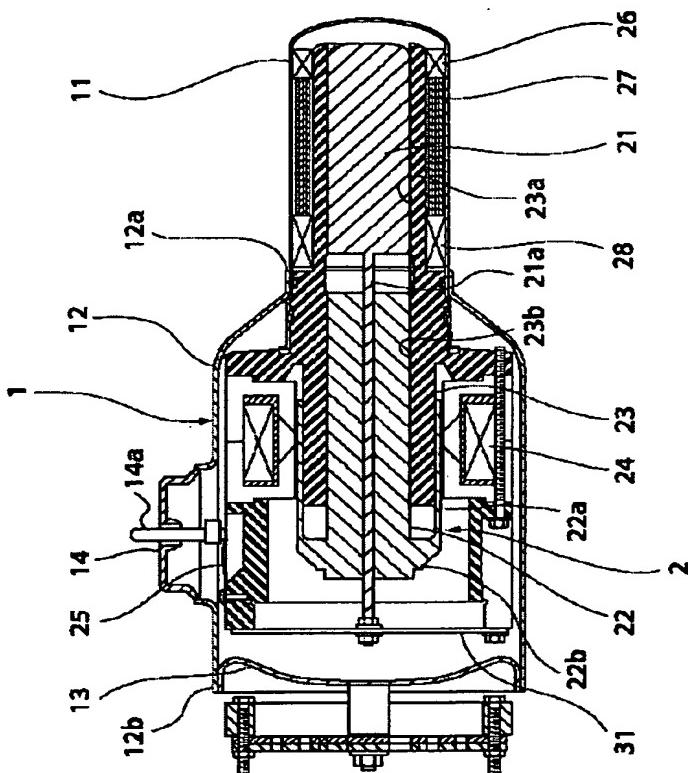
APPLICATION DATE : 19-10-01  
 APPLICATION NUMBER : 2001321993

APPLICANT : GLOBAL COOLING BV;

INVENTOR : DAVID M BERKOWITZ;

INT.CL. : F25B 9/14

TITLE : CASING OF FREE-PISTON STIRLING DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a casing of a free-piston stirling device being low-cost, lightweight, easy to assemble, and unaffected by deformation under pressure, while keeping airtightness high.

SOLUTION: A plurality of tabs 11b are punched and formed at a circumferential surface near an open end of a front casing manufactured by the deep drawing of a metallic plate, with the tip of each tab bent and inclined radially inwards. A cylinder 23 is provided with a stepped portion 23e, a locking circumferential groove 23g, and a seal part 23c on the outer periphery thereof. When the free-piston stirling device 2 is inserted into the front casing 11 and the open end of the front casing abuts the stepped portion 23e, the tips of the tabs 11b fit into the locking circumferential groove 23g to fix the position of the free-piston stirling device along the direction of insertion. The front casing 11, a center casing 12 and a rear casing 13 are hermetically joined together by welding their respective overall peripheries together.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-130480  
(P2003-130480A)

(43) 公開日 平成15年5月8日(2003.5.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号  
520

F I  
F 25 B 9/14

### ・テーマコード(参考)

520F  
520Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L. (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-321993(P2001-321993)

(22)出願日 平成13年10月19日(2001. 10. 19)

(71) 出願人 399028023

グローバル クーリング ピー ヴイ  
オランダ王国 6825 ピーエス アーネム  
アイセルブルフト 3

(72)発明者 デヴィッド エム ベルコウイット  
アメリカ合衆国 オハイオ州 45701 ア  
ーセンスコングレス ストリート 138  
エマ

(74) 代理人 100065709

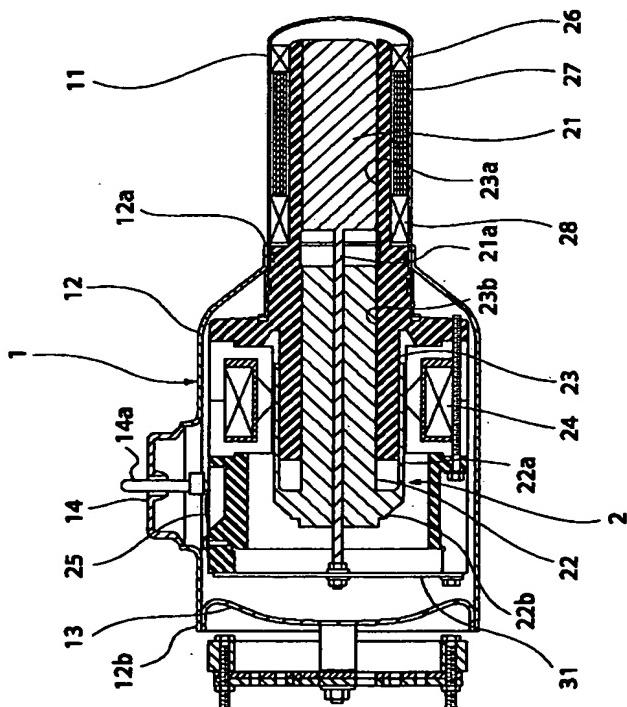
弁理士 松田 三夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 フリーピストン・スターリング装置のケーシング

(57) 【要約】

**【課題】** 低コストで軽量で組み立て易く、かつ密閉性を高く保持しつつ圧力変形の影響が及ばないフリーピストン・スターリング装置のケーシングを可能にする。

【解決手段】 金属製の板材から深絞り加工により製造した前部ケーシングの開口端の近傍円周面に複数のタブ11bを打ち抜き形成し、このタブの先端を半径内側方向に傾斜するように折り曲げる。シリンダ23の外周に段差23eと係止円周溝23gとシール部23cとを設ける。フリーピストン・スターリング装置2を前部ケーシング11に挿入すると、この前部ケーシングの開口端が段差23eに当接したときに、タブ11bの先端が係止円周溝23gに嵌り込んでこのフリーピストン・スターリング装置の挿入方向位置を固定する。前部ケーシング11と中央ケーシング12と後部カバー13とは、それぞれ全周溶接により密閉接合する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】フリーピストン・スターリング装置(2)を収納するケーシング(1)であって、  
上記フリーピストン・スターリング装置(2)は、フリーピストン(21)と駆動ピストン(22)とシリンダ(23)とリニアモータ(24)と電源接続部(25)と吸熱部(26)と蓄熱部(27)と放熱部(28)とを備え、  
上記フリーピストン(21)と上記駆動ピストン(22)とは、上記シリンダ(23)の中心に形成した同心状の円形貫通穴の内周面(23a, 23b)を摺動して、相互に対抗して往復運動を行うように構成してあり、  
上記リニアモータ(24)と上記電源接続部(25)とは、上記シリンダ(23)の周囲に設けてあり、  
上記吸熱部(26)と上記蓄熱部(27)と上記放熱部(28)とを、それぞれ上記シリンダ(23)の一端部からこの順序でこのシリンダの周囲に設けるように構成してあるものであって、  
上記ケーシング(1)は、それぞれ金属製の板材からなる前部ケーシング(11)と中央ケーシング(12)と後部カバー(13)とを有し、  
上記前部ケーシング(11)は、上記吸熱部(26)と上記蓄熱部(27)と上記放熱部(28)とを収納可能な内径を有し、かつ一端が閉塞端であって他端が開口端である円筒形状に形成してあり、  
上記前部ケーシング(11)の開口端にはフランジ部(11a)が形成してあり、  
上記前部ケーシング(11)の開口端の近傍円周面にはこの前部ケーシングの軸方向に沿って複数のタブ(11b)が、上記閉塞端に先端を向けて打ち抜き形成してあり、  
上記タブ(11b)は上記前部ケーシング(11)の半径内側方向に上記先端が傾斜するよう折り曲げてあり、  
上記中央ケーシング(12)は、上記シリンダ(23)と上記リニアモータ(24)と上記電源接続部(25)とを収納可能な内径を有し、かつ両端が開口端(12a, 12b)である円筒形状に形成してあり、  
上記中央ケーシング(12)一方の開口端(12a)は、上記前部ケーシング(11)の外周面が密接挿入可能な内径に形成してあり、  
上記中央ケーシング(12)の外周面には、上記電源接続部(25)に対応する位置に電源を接触接続する接続スイッチ部(14)が設けてあり、  
上記後部カバー(13)は、上記中央ケーシング(12)の他方の開口端(12b)の内周面に密着挿入可能な外周形状に形成するよう構成してあり、  
上記シリンダ(23)の外周には、上記前部ケーシング(11)を挿入した場合に、この前部ケーシングの上記フランジ部(11a)が軸方向に当接する段差(23e)が形成してあり、上記段差(23e)の側面全周に亘って、上記フランジ部(11a)が当接する半径位置に凹溝(23f)が形成してあって、この凹溝には弾性リングシール(30)が装着してあり、

上記シリンダ(23)の外周には、上記フランジ部(11a)が上記段差(23e)に当接するときに上記タブ(11b)の先端が侵入可能な係止円周溝(23g)が形成してあり、  
上記シリンダ(23)の外周面には、上記係止円周溝(23g)の近傍であって上記段差(23e)とは反対方向の位置に、上記前部ケーシング(11)の内周面が密接挿入可能な外径を有するシール部(23c)が形成してあり、  
上記シール部(23c)には円周溝(23d)が形成してあって、この円周溝にはリングシール(29)が装着してあり、  
上記前部ケーシング(11)の外周は、上記中央ケーシング(12)の一方の開口端(12a)の内周面に挿入されて密閉接合され、  
上記前部ケーシング(11)と上記中央ケーシング(12)との内側に、上記フリーピストン・スターリング装置(2)をこの前部ケーシングのフランジ部(11a)が上記シリンダ(23)の段差(23e)の側面に当接する位置まで挿入した後に、  
上記後部カバー(13)の外周と上記中央ケーシングの他方の開口端(12b)の内周部とを密閉接合して組み立てるよう構成してあることを特徴とするフリーピストン・スターリング装置のケーシング。  
【請求項2】請求項1に記載のフリーピストン・スターリング装置のケーシングにおいて、前記前部ケーシング(11)と前記中央ケーシング(12)と前記シリンダ(23)とが、それぞれ相互の取り付け構造においてのみ異なる前部ケーシング(111)と中央ケーシング(112)とシリンダ(123)とからなり、  
上記前部ケーシング(111)の開口端の円周面には金属製の円筒部材(131)が密閉接合してあり、  
上記円筒部材(131)の内周面には、矩形断面形状を有する係止円周溝(131a)が形成してあり、  
上記中央ケーシングの(112)一方の開口端(112a)は、上記円筒部材(131)の外周面が密接挿入可能な内径に形成してあり、  
上記シリンダ(123)の外周面には、上記前部ケーシング(111)を挿入した場合に、上記円筒部材(131)の開口端が軸方向に当接する段差(123e)が形成してあり、  
上記段差(123e)には、その側面全周に亘って上記円筒部材(131)が当接する半径位置に凹溝(123f)が形成してあって、この凹溝には弾性リングシール(130)が装着してあり、  
上記シリンダ(123)の外周には、上記円筒部材(131)の開放端が上記段差(123e)に当接するときに、この円筒部材の内周面に形成した上記係止円周溝(131a)が相対する位置に、矩形断面形状を有する円周溝(123g)が形成してあって、  
上記円周溝(123g)には、取り付けリング(132)が装着してあり、  
上記取り付けリング(132)の円周上には、このリングの軸方向に向けて複数のタブ(132a)が形成してあり、

上記タブ(132a)は先端部が半径外側方向に傾斜するよう折り曲げられており、

上記取り付けリング(132)は、円周上に一箇所においてスリット(132b)により分離してあり、

上記シリンダ(123)の外周面上には、上記円周溝(123g)の近傍であって上記段差(123e)とは反対方向の位置に、上記円筒部材(131)の内周面が密接挿入可能な外径を有する挿入部(123c)が形成してあり、

上記前部ケーシング(111)の円筒部材(131)の外周と上記中央ケーシング(112)の一方の開口端(112a)の内周面とは密閉接合するように構成してあることを特徴とするフリーピストン・スターリング装置のケーシング。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フリーピストン・スターリング装置のケーシングに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】フリーピストン型のスターリング装置で使用するヘリウムガス等の動作媒体は、動作媒体の密度すなわち比熱を高くするために、ヘリウムガス等を高圧にして使用する。そして、駆動ピストンの駆動力を減少させるために、スターリング機関自体を密閉したケーシングに格納して、この駆動ピストンに掛かる高圧ガスの圧力を相殺している。

【0003】一方、フリーピストン型のスターリング装置は、フリーピストン及び駆動ピストンが、シリンダ内をそれぞれ対抗して往復運動を行なうため、ピストンとシリンダとの摺動面やピストンの支持部分等が精密な形状に成形されている。したがって、密閉したヘリウムガスの高い圧力によってケーシングが変形することにより、シリンダの摺動面が変形したりピストンの支持部に芯ずれが生じたりすることを極力回避しなければならない。

【0004】従来は、このケーシングの変形を回避するため、ケーシングや支持部材等の大部分をステンレス鋼や炭素鋼を切削加工し、これにより強度や剛性を確保していた。また、鋼部材を他のスチール部材にロウ付けし、これによって伝熱を促進し、ハンダ付けやロウ付けによる内部熱交換器の取り付けを容易にしていた。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の構造は重くなり、構成部品の材料費や加工費が高くなる。また内部構成部品自体やこれらを支持するためのボルトやナット等の部品点数が多くなるために、迅速かつ正確に組み立てることが困難になる。さらには、このような多くの部材からなる組立構造では、密閉性の確保に支障が生じることも多い。

【0006】そこで本発明の目的は、このような問題点を解決すべく、低コストで軽量で組み立て易く、かつ密閉性を高く保持しつつ圧力変形の影響が及ばないフリー

ピストン・スターリング装置のケーシングを提供することにある。

##### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決すべく、請求項1に記載のフリーピストン・スターリング装置は、フリーピストン・スターリング装置を収納するケーシングであって、このフリーピストン・スターリング装置は、フリーピストンと駆動ピストンとシリンダとリニアモータと電源接続部と吸熱部と蓄熱部と放熱部とを備えている。このフリーピストンと駆動ピストンとは、シリンダの中心に形成した同心状の円形貫通穴の内周面を摺動して、相互に対抗して往復運動を行うように構成してある。またリニアモータと電源接続部とは、それぞれシリンダの周囲に設けてある。そして吸熱部と蓄熱部と放熱部とを、それぞれシリンダの一端部からこの順序でこのシリンダの周囲に設けるように構成してある。

【0008】さて、フリーピストン・スターリング装置のケーシングのケーシングは、それぞれ金属製の板材からなる前部ケーシングと中央ケーシングと後部カバーとを有している。この前部ケーシングは、吸熱部と蓄熱部と放熱部とを収納可能な内径を有し、かつ一端が閉塞端であって他端が開口端である円筒形状に形成してある。また前部ケーシングの開口端にはフランジ部が形成してある。そして前部ケーシングの開口端の近傍円周面にはこの前部ケーシングの軸方向に沿って複数のタブが、この前部ケーシングの閉塞端に先端に向けて打ち抜き形成してある。このタブは前部ケーシングの半径内側方向に先端が傾斜するよう折り曲げてある。

【0009】一方中央ケーシングは、シリンダとリニアモータと上記電源接続部とを収納可能な内径を有し、かつ両端が開口端である円筒形状に形成してある。この中央ケーシングの一方の開口端は、前部ケーシングの外周面が密接挿入可能な内径に形成してある。また中央ケーシングの外周面には、電源接続部に対応する位置に電源を接触接続する接続スイッチ部が設けてある。後部カバーは、中央ケーシングの他方の開口端の内周面に密着挿入可能な外周形状に形成するよう構成してある。

【0010】ところで上記シリンダの外周面には、前部ケーシングを挿入した場合に、この前部ケーシングのフランジ部が軸方向に当接する段差が形成してある。この段差の側面全周に亘って、フランジ部が当接する半径位置に凹溝が形成してあって、この凹溝には弾性リングシールが装着してある。またシリンダの外周面には、このフランジ部がこの段差に当接するときにタブの先端が侵入可能な係止円周溝が形成してある。さらにシリンダの外周面には、係止円周溝の近傍であって段差とは反対方向の位置に、前部ケーシングの内周面が密接挿入可能な外径を有するシール部が形成してある。このシール部には円周溝が形成してあって、この円周溝にはリングシールが装着してある。

【0011】前部ケーシングの外周は、中央ケーシングの一方の開口端の内周面に挿入されて密閉接合される。そして前部ケーシングと中央ケーシングとの内側に、フリーピストン・スターリング装置を、この前部ケーシングのフランジ部がシリンダの段差の側面に当接する位置まで挿入した後に、後部カバーの外周と中央ケーシングの他方の開口端の内周部とを密閉接合して組み立てるよう構成してあることを特徴とする。

【0012】ここで、フリーピストン・スターリング装置とは公知の技術であって、外部電力をリニアモータへ供給して、冷却部から吸熱を行なう冷凍機として使用する場合を意味する。

【0013】このように発明を構成することにより、次の作用効果が得られる。すなわち、前部ケーシング、中央ケーシング及び後部カバーは、金属製の板材から形成されるため、軽量かつ低コストで製造可能になる。また、これらの部材は、互いに中央ケーシングの両開口端の2箇所でのみ密閉接続するため、ケーシング全体の密閉性の確保が確実かつ容易にできる。さらに、ケーシングとフリーピストン・スターリング装置の各構成部材は、剛性の高いシリンダに支持されており、このシリンダは、前部ケーシングとのシール部においてのみ連結してある。したがってケーシングの圧力による変形は、フリーピストン・スターリング装置に何ら影響を与えない。

【0014】また、フリーピストン・スターリング装置を、前部ケーシングのシール部に沿って挿入していくと、前部ケーシングの開口端のフランジ部がシリンダの段差に当接する位置において、前部ケーシングに設けたタブの先端がシリンダに設けた係止円周溝に嵌まり込み、フリーピストン・スターリング装置が挿入方向に拘束される。なお、シリンダのシール部に設けたリングシールは、ケーシングの密閉圧とフリーピストンの先端の圧力を相互に遮断する機能を果す。また、この拘束位置において、中央ケーシングの外周に設けた電源接続部は、ケーシングの周囲に設けた接続スイッチ部にスライド接触することにより、外部とリニアモータとが電気的に接続可能となる。

【0015】なお、段差に設けた凹溝に装着した弹性リングシールの弹性力により、タブの先端が常に係止円周溝の溝壁に押し付けられるので、フリーピストン・スターリング装置と前部ケーシングの挿入方向のがたつきを回避することができる。したがって、基本的にはフリーピストン・スターリング装置を前部ケーシングに挿入してその後、後部カバーを密閉接合するだけで組立てが完了するため、フリーピストン・スターリング装置とケーシングとの組立てが極めて迅速かつ容易にできる。

【0016】請求項2に記載のフリーピストン・スターリング装置のケーシングは、請求項1に記載の前部ケーシングと中央ケーシングとシリンダとが、それぞれ相互

の取り付け構造においてのみ異なる前部ケーシングと中央ケーシングとシリンダとからなるものである。この前部ケーシングの開口端の円周面には金属製の円筒部材が密閉接合してある。そして円筒部材の内周面には、矩形断面形状を有する係止円周溝が形成してある。

【0017】中央ケーシングの一方の開口端は、円筒部材の外周面が密接挿入可能な内径に形成してある。

【0018】シリンダの外周面には、前部ケーシングを挿入した場合に、円筒部材の開口端が軸方向に当接する段差が形成してある。この段差の側面全周に亘って、円筒部材が当接する半径位置に凹溝が形成してあって、この凹溝には弹性リングシールが装着してある。またシリンダの外周には、円筒部材の開口端が段差に当接するときに、この円筒部材の内周面に形成した係止円周溝が相対する位置に矩形断面形状を有する円周溝が形成してあり、この円周溝には取り付けリングが装着してある。

【0019】この取り付けリングの円周上には、このリングの軸方向に向けて複数のタブが形成してある。このタブは先端部が半径外側方向に傾斜するように折り曲げられている。また取り付けリングは、円周上に一箇所においてスリットにより分離してある。また、シリンダの外周面上には、円周溝の近傍であって段差とは反対方向の位置に、円筒部材の内周面が密接挿入可能な外径を有する挿入部が形成してある。そして前部ケーシングの円筒部材の外周と、上記中央ケーシングの一方の開口端の内周面とは密閉接合するよう構成してあることを特徴とする。

【0020】このように発明を構成することにより、請求項1に記載の発明と同等の作用効果を得ることができる。すなわち、シリンダの外周に設けた円周溝に半割れの取り付けリングを装着した上で、フリーピストン・スターリング装置を前部ケーシングに挿入していくと、前部ケーシングに密閉接合した円筒部材の開口端がシリンダに設けた段差に当接する位置において、取り付けリングのタブの先端が円筒部材の内周に形成した係止円周溝に嵌まり込み、フリーピストン・スターリング装置と前部ケーシングとの挿入方向の位置決めがされる。

【0021】そして、シリンダの段差に設けた凹溝に装着した弹性リングシールは、取り付けリングのタブの先端を係止円周溝の溝壁に常時押し付ける機能の他、ケーシングの密閉圧とフリーピストンの先端部の圧力を遮断する機能も併せて有するため、この圧力を遮断する機能を別に設ける必要がない。

【0022】

【発明の実施の形態】図1及び図2に示すフリーピストン・スターリング装置のケーシング1は、フリーピストン・スターリング装置2を収納している。ここでフリーピストン・スターリング装置2の基本構造と作用は次のとおりである。すなわち、フリーピストン・スターリング装置2は、フリーピストン21と駆動ピストン22と

シリンダ23とリニアモータ24と電源接続部25と吸熱部26と蓄熱部27と放熱部28とを備えている。

【0023】フリーピストン21は円筒形状を有しており、シリンダ23の中心に形成した円形貫通穴の内周面23aに摺動可能に挿入してある。また、駆動ピストン22は、外側の円筒形状の駆動部22aと内側のピストン部22bとを、一端部で連結して一体形成した2重の円筒構造となっている。そしてピストン部22bは、シリンダ23の中心に形成したフリーピストン21が摺動する円形貫通穴と同心の円形貫通穴の内周面23bに、摺動可能に挿入してある。

【0024】フリーピストン21の一端には、中心軸に沿って細長い円柱ロッド21aが一体成形してある。この円柱ロッドの先端は、駆動ピストン22の中心に形成した貫通穴を貫通して、シリンダ23の開口端に取り付けた円盤バネ31の中心に連結してある。なお、図示していないが、円柱ロッド21aの外周面と駆動ピストン22の中心に形成した貫通穴の内周面とは、スライディングシールによりこの駆動ピストンの前後空間の圧力を相互に遮断している。

【0025】リニアモータ24は、駆動ピストン22の駆動部22aの外周面を取り巻くように円筒状に形成してシリンダ23に取り付けてある。また電源接続部25が、リニアモータ24に隣接してシリンダ23に取り付けてある。吸熱部26と蓄熱部27と放熱部28とは、フリーピストン21と相対する位置に、シリンダ23の一端部からこの順序でこのシリンダの外周を取り巻くように、それぞれ隣接して円筒形状に形成してある。また、フリーピストン・スターリング装置2は、後述するケーシング1に収納してあり、このケーシング内には高圧ヘリウムが密閉してある。なお、図2に示すフリーピストン21の右空間は、吸熱部26と蓄熱部27と放熱部28を通じて、駆動ピストン22の右空間と連通している。

【0026】次に、フリーピストン・スターリング装置2の作用について概説する。駆動ピストン22は、リニアモータ24によって図2の右方向に移動し、この駆動ピストンとフリーピストン21に挟まれた空間のヘリウムガスを圧縮する。この圧縮工程によりガスの温度は上昇するが、この圧縮空間に隣接する放熱器28からガスの熱が外部に放熱されるため、結果としてこの圧縮工程は等温圧縮となる。

【0027】さて、フリーピストン21の左右空間は、放熱部28、蓄熱部27及び吸熱部26を通して連通しているため、このフリーピストンの左空間の圧力が高くなると、このフリーピストンの右空間の圧力も高くなる。そして、フリーピストン21の右空間の圧力が、駆動ピストン22の左空間の圧力、すなわちケーシング1の密閉圧力より高くなると、ロッド21aの断面積分だけこのフリーピストンの右受圧面に掛かる力が大きくな

るため、このフリーピストンは左方向に移動する。フリーピストン21が左方向に移動すると、このフリーピストンと駆動ピストン22に挟まれた空間の圧縮ヘリウムは放熱部28、蓄熱部27及び吸熱部26を通してこのフリーピストンの右空間に移動する。この際、圧縮ヘリウムの熱は蓄熱部27に蓄熱される。したがって、この工程において圧縮ガスは等容積変化を行なう。

【0028】次に、駆動ピストン22がリニアモータ24によって図2の左方向に移動すると、この駆動ピストンの右空間に連通したフリーピストン21の右空間にあるヘリウムガスは膨張し、ガス温度が低下する。そして、この温度が低下したガスは、この空間に隣接する吸熱部26から外部の熱を吸熱する。したがって、この工程は、等温膨張工程となる。

【0029】フリーピストン21の右空間にあるヘリウムガスが等温膨張して、駆動ピストン22の左空間圧力より低下すると、ロッド21aの断面積分だけこのフリーピストンの左受圧面に掛かる力が大きくなるため、このフリーピストンは左方向に移動し、このフリーピストンの右空間のガスを蓄熱部27等を通して左空間に移動させる。この際、膨張ガスは蓄熱部27に蓄熱された熱を回収する。したがって、この工程において膨張ガスは等容積変化を行なう。

【0030】以上概説したように、フリーピストン・スターリング装置2は、リニアモータ24によって駆動ピストン22を往復運動させ、ロッド21aの断面積分だけ圧力が異なることにより、フリーピストン21をこの駆動ピストンに対抗して往復運動させる。そして、このサイクルを繰り返すことにより、放熱部28でガスの熱を外部に放熱し、一方吸熱部26で外部の熱を吸熱する。なお、放熱と吸熱の間の等容変化工程において、蓄熱部27に蓄熱したガスの熱を回収することにより、フリーピストン・スターリング装置2の作動係数を大きく向上させている。また、ロッド21aの先端を円盤バネ31で拘束するのは、駆動ピストン22とフリーピストン21との往復運動の位相差を調整するためである。

【0031】さて次に、本発明の主体であるケーシング1の構成を、図2及び図3を参照しつつ説明する。ケーシング1は、それぞれアルミ合金の板材から深絞り加工によって製造した、前部ケーシング11と中央ケーシング12と後部カバー13とを有している。前部ケーシング11は、吸熱部26と蓄熱部27と放熱部28とを収納可能な内径と長さを有し、かつ一端が閉塞端であって、他端が開口端である円筒形状に形成してある。なお、前部ケーシング11の内周は、熱伝達を向上させるために、吸熱部26と放熱部28との外周面に密接する直径にしている。

【0032】また前部ケーシング11の開口端には、この開口端を外側に直角に折り曲げてフランジ部11aを形成してある。そして図4に示すように、前部ケーシン

グ11の開口端の近傍円周面にはこの前部ケーシングの軸方向に沿って複数の矩形形状を有するタブ11bが、この前部ケーシングの閉塞端に先端に向けて打ち抜き形成してある。タブ11bは前部ケーシング11の半径内側方向に先端が傾斜するよう折り曲げてある。

【0033】一方中央ケーシング12は、シリンド23とリニアモータ24と電源接続部25とを収納可能な内径を有し、かつ両端が開口端12a, 12bである円筒形状に形成してある。中央ケーシング12の一方の開口端12aは平行フランジとなっており、この平行フランジの内周は、前部ケーシング11の外周面が密接挿入可能な内径に形成してある。また中央ケーシング12の外周面には、電源接続部25に対応する位置に電源を接触接続する接続スイッチ部14が設けてある。

【0034】接続スイッチ部14は、中央ケーシング12自体とは絶縁された接続ピン14aを有し、この接続ピンはスプリング(図示せず)により上下方向にスライド可能に支持してある。また、後部カバー13は、円形の皿形状からなり、外周を水平に折り曲げたフランジを有している。そして、このフランジの外周は、中央ケーシング12の他方の開口端12bの内周面に密着挿入可能な直径に形成してある。

【0035】ところでシリンド23の外周面には、前部ケーシング11を挿入した場合に、この前部ケーシングのフランジ部11aが軸方向に当接する段差23eが形成してある。そして段差23eの側面全周に亘って、フランジ部11aが当接する半径位置に凹溝23fが形成してあって、この凹溝には弾性リングシール130が装着してある。またシリンド23の外周面には、フランジ部11aが段差23eに当接するときに、タブ11bの半径内側に傾斜した先端が侵入可能な係止円周溝23gが形成してある。さらにシリンド23の外周面には、係止円周溝23gの近傍であって段差23fとは反対方向の位置に、前部ケーシング11の内周面が密接挿入可能な外径を有するシール部23cが形成してある。シール部23cには円周溝23dが形成してあって、この円周溝にはリングシール29が装着してある。このリングシール29は、駆動ピストン22の左右空間の圧力を相互に遮断する役割を果たす。

【0036】前部ケーシング11の外周は、中央ケーシング12の一方の開口端12aの内周面に挿入されて密閉溶接される。そして前部ケーシング11と中央ケーシング12との内側に、フリーピストン・スターリング装置2を、この前部ケーシングのフランジ部11aがシリンド23の段差23eの側面に当接する位置まで挿入し、その後で後部カバー13の外周と中央ケーシング12の他方の開口端12bの内周部とを密閉溶接して組み立てる。

【0037】なお、フリーピストン・スターリング装置2を、前部ケーシング11に挿入していくと、電源接続

部25が、接続ピン14aの先端をスプリング力に抗して押し上げつつ、接続スイッチ部14と接触接続する。そして、この接続スイッチ部14を介して、外部からリニアモータ24に交流電力を供給可能になる。

【0038】次に本発明の他の実施の形態を図4に示す。この実施の形態は、上述した実施の形態と、前部ケーシング111と中央ケーシング112とシリンド123との接合、連結形態だけが相違するものである。なお、この相違する部分の部品番号等は、原則としてそれぞれ上述した部品番号等に100を加えたものにしてある。すなわち、前部ケーシング111の開口端にはアルミ合金材の円筒部材131が密閉溶接してある。円筒部材131の内周面には、矩形断面形状を有する係止円周溝131aが形成してある。

【0039】中央ケーシング112の一方の開口端112aの内周は、円筒部材131の外周に密接挿入され密閉溶接する。シリンド123の外周面には、前部ケーシング111に挿入した場合に、円筒部材131の開口端が軸方向に当接する段差123eが形成してあり、この段差には、その側面全周に亘って円筒部材131が当接する半径位置に凹溝123fが形成してあって、この凹溝には弾性リングシール130が装着してある。シリンド123の外周には、円筒部材131の開放端が段差123eに当接するときに、この円筒部材の内周面に形成した係止円周溝131aが相対する位置に、矩形断面形状を有する円周溝123gが形成してある。

【0040】また、円周溝123gには、取り付けリング132が装着してある。図6に示すように、取り付けリング132の円周上には、このリングの軸方向に向けて複数のタブ132aが形成してあり、このタブは、先端部が半径外側方向に傾斜するよう折り曲げられている。また、取り付けリング132は、円周上に一箇所においてスリット132bにより分離してあり、円周溝123gへの装着を可能にしている。

【0041】さらに、シリンド123の外周面上には、円周溝123gの近傍であって段差123eとは反対方向の位置に、円筒部材131の内周面が密接挿入可能な外径を有する挿入部123cが形成してある。また、前部ケーシング111の円筒部材131の外周と中央ケーシング112の一方の開口端112aの内周面とは密閉溶接してある。

【0042】そして、シリンド123の外周に設けた円周溝123gに半割れの取り付けリング132を装着した上で、フリーピストン・スターリング装置2を前部ケーシング111に挿入していくと、この前部ケーシングに密閉口付けした円筒部材131の開口端が、このシリンドに設けた段差123eに当接する位置において、取り付けリング132のタブ132aの先端がこの円筒部材の内周に形成した係止円周溝131aに嵌まり込み、フリーピストン・スターリング装置と前部ケーシング

グとが挿入方向に位置決めされる。

【0043】なお、前部ケーシング11、111、中央ケーシング12、112及び後部カバー13、113はいずれもアルミ合金材に限らず、ステンレス材等その他の金属材料でも良く、更に深絞り加工に限らず板金溶接等の他の加工からなるものであっても良い。また、吸熱部26は、シリンダ23、123の先端外周を取り巻く形状に限らず、このシリンダの端面全体をカバーする形状であっても良い。また、接続スイッチ部14と電源接続部25とは、上述した形状に限らず、フリーピストン・スターリング装置2を前部ケーシング11、111と中央ケーシング12、112との内部に挿入した時に、相互に接触接続し、この接触接続が維持されるものであれば他の形状であっても良い。

#### 【0044】

【発明の効果】前部ケーシング、中央ケーシング及び後部カバーは、金属製の板材から形成されるため、軽量かつ低コストで製造可能になる。また、これらの部材は、互いに中央ケーシングの両開口端の2箇所でのみ密閉接合するため、ケーシング全体の密閉性の確保が確実かつ容易にできる。さらに、ケーシングとフリーピストン・スターリング装置の各構成部材は、剛性の高いシリンダに支持されており、このシリンダは、前部ケーシングとのシール部においてのみ連結してある。したがってケーシングの圧力による変形は、フリーピストン・スターリング装置に何ら影響を与えない。

【0045】また、フリーピストン・スターリング装置を、前部ケーシングのシール部に沿って挿入していくと、前部ケーシングの開口端のフランジ部がシリンダの段差に当接する位置において、前部ケーシングに設けたタブの先端がシリンダに設けた係止円周溝に嵌まり込み、フリーピストン・スターリング装置が挿入方向に拘束される。また、この拘束位置において、中央ケーシングの外周に設けた電源接続部は、ケーシングの周囲に設けた接続スイッチ部にスライド接觸することにより、外部とリニアモータとが電気的に接続可能となる。したがって、基本的にはフリーピストン・スターリング装置を、中央ケーシングに密閉接合した前部ケーシングに挿入して、その後に後部カバーを密閉接合するだけで組立てが完了するため、フリーピストン・スターリング装置とケーシングとの組立てが極めて迅速かつ容易にできる。

【0046】また、フリーピストン・スターリング装置の機能試験と、ケーシングの気密試験をそれぞれ単独で行なうことができる。さらに、段差に設けた凹溝に装着した弾性リングシールの弾性力により、タブの先端が常に係止円周溝の溝壁に押し付けられるので、フリーピストン・スターリング装置と前部ケーシングの挿入方向のがたつきを回避することもできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】フリーピストン・スターリング装置とケーシングとの概略構造を示す斜視図である。

【図2】フリーピストン・スターリング装置とケーシングとの概略構造を示す横断面図である。

【図3】フリーピストン・スターリング装置のケーシングへの組み付け部分を示す一部拡大断面図である。

【図4】前部ケーシングに設けたタブの形状を示す一部拡大平面図である。

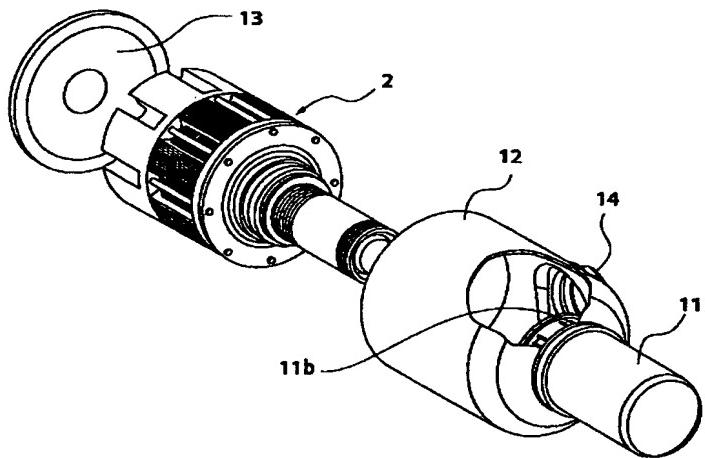
【図5】フリーピストン・スターリング装置のケーシングへの組み付け部分を示す一部拡大断面図である。

【図6】取り付けリングの形状を示す平面図である。

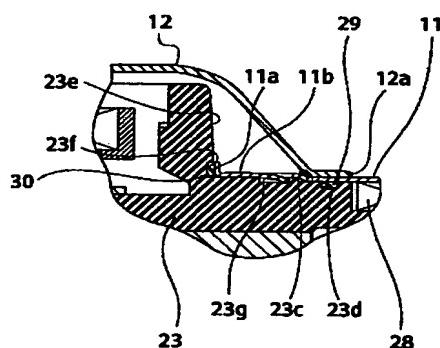
#### 【符号の説明】

1	ケーシング
11, 111	前部ケーシング
11a	フランジ部
11b	タブ
12, 112	中央ケーシング
12a, 112a	開口端
12b, 112b	開口端
123c	挿入部
123g	円周溝
13	後部カバー
131	円筒部材
131a	係止円周溝
132	取り付けリング
132a	タブ
132b	スリット
14	接続スイッチ部
2	フリーピストン・スターリング装置
21	フリーピストン
22	駆動ピストン
23, 123	シリンダ
23a, 23b	内周面
23c	シール部
23d	円周溝
23e, 123e	段差
23f, 123f	凹溝
23g	係止円周溝
24	リニアモータ
25	電源接続部
26	吸熱部
27	蓄熱部
28	放熱部
29	リングシール
30, 130	弾性リングシール

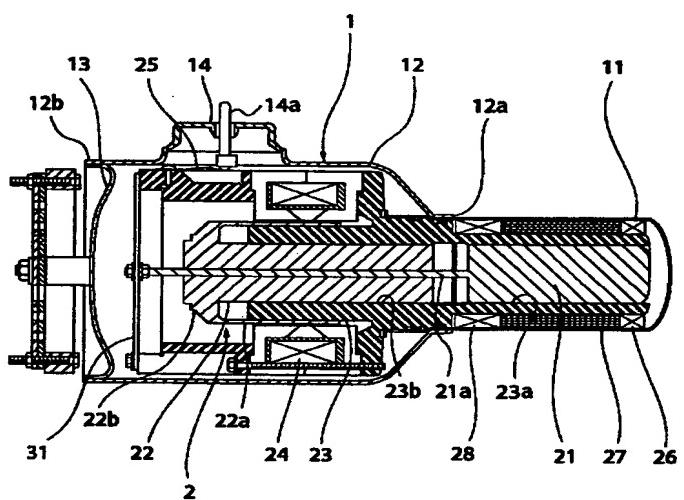
【図1】



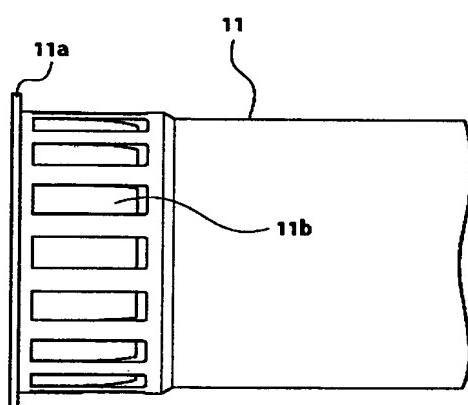
【図3】



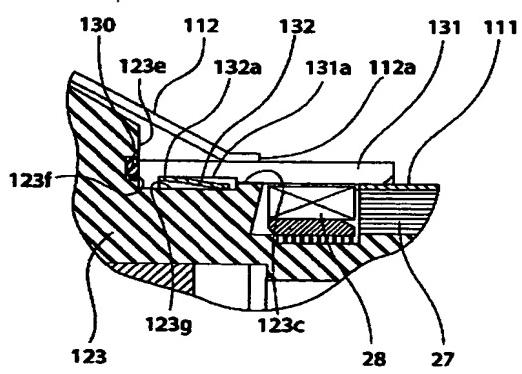
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

